

(54) ELECTRO-OPTICAL ELEMENT

(11) 1-154030 (A) (43) 16.6.1989 (19) JP

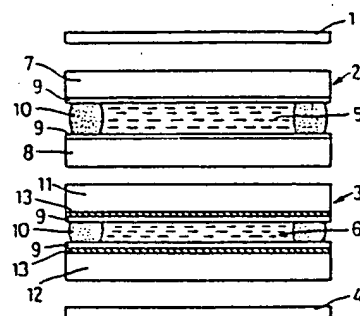
(21) Appl. No. 62-313076 (22) 10.12.1987

(71) SEIKO EPSON CORP (72) KEIJI WADA

(51) Int. Cl. G02F1/133, G02F1/137

**PURPOSE:** To execute a black-and-white display being free from coloring by providing a liquid crystal cell for applying a voltage to a liquid crystal layer and an optical anisotropic body, so that at least one of a refractive index dispersion of the liquid crystal cell and the optical anisotropic body, a refractive index anisotropy and layer thickness becomes different.

**CONSTITUTION:** The title element is provided with a liquid crystal cell 3 having a means for applying a voltage to at least a part of a liquid crystal layer 6, and at least one layer of optical anisotropic body 2, and at least one of a refractive index dispersion of the liquid crystal cell concerned 3 and the optical anisotropic body concerned 2, a refractive index anisotropy and layer thickness is different. An oriented film 9 is formed on the opposed faces of the respective upper substrates 7, 11 and the respective lower substrates 8, 12 of the liquid crystal cell (A cell) 2 being an optical anisotropic body and the liquid crystal cell (B cell) 3 for executing a display, and brought to rubbing processing (orientation processing). A transparent electrode 13 is formed on the opposed faces of the upper substrate 11 and the lower substrate 12 of the B cell 3, and the oriented film 9 of the B cell 3 is formed on the transparent electrode 13. In such a way, the external appearance of the electro-optical element becomes a color being similar to black and a color being similar to white, in a state that a voltage is not applied, and in a state that a voltage has been applied, respectively, and a black-and-white display of a good contrast is obtained.



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**

## ⑩ 公開特許公報(A) 平1-154030

⑤ Int. Cl.

G 02 F 1/133

1/137

識別記号

3 2 5

庁内整理番号

8806-2H

Z-7370-2H

7610-2H

④ 公開 平成1年(1989)6月16日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全9頁)

④ 発明の名称 電気光学素子

② 特 願 昭62-313076

③ 出 願 昭62(1987)12月10日

⑦ 発 明 者 和 田 啓 志 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

⑧ 出 願 人 セイコーエプソン株式会社 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

⑨ 代 理 人 弁理士 菅 直 人 外1名

## 明 細 書

## 1. 発明の名称

電気光学素子

## 2. 特許請求の範囲

(1) 液晶層と該液晶層の少なくとも一部に電圧を印加する手段とを有する液晶セルと、少なくとも一層の光学的異方体とを備え、該液晶セルと該光学的異方体の屈折率分散 $\alpha$ 、屈折率異方性 $\Delta n$ 、層厚 $d$ の少なくとも一つが異なることを特徴とする電気光学素子。

(2) 液晶セルはねじれ角が90度以上360度未満であるネマチック液晶である特許請求の範囲第1項記載の電気光学素子。

(3) 光学的異方体がネマチック液晶からなり、該ネマチック液晶のねじれ角が90度以上360度未満である特許請求の範囲第1項記載の電気光学素子。

(4) 液晶セルと光学的異方体のそれぞれのねじれ角、屈折率分散 $\alpha$ 、屈折率異方性 $\Delta n$ と層厚 $d$ との積が相等しい特許請求の範囲第3項記載の

電気光学素子。

## 3. 発明の詳細な説明

## 4. 発明の目的

〔産業上の利用分野〕

本発明は電気光学素子、さらに詳しくは電界効果型液晶の電気光学素子に関する。

〔従来の技術〕

従来のスーパーツイステッドネマチック(以下「STN」という。)モードを利用した電気光学素子は波長に対する透過率特性が平坦ではなく、そのため黄色や緑の着色が避けられなかった。そこで表示用STN液晶パネルの複屈折で生じた着色を色消し用の光学異方体(補償セル)を通過させることにより補償し、着色を発生させないようにすることが考えられる。この原理を詳述する。第3図は従来のSTNを利用した電気光学素子にさらに補償セルを備えた電気光学素子である。1は検光子(出射側の偏光板)であり、その偏光軸は方向19、2は補償セル、3は表示セルであってSTNモードを利用した電気光学素子、

4は偏光（入射側の偏光板）でありその偏光軸は方向18である。入射光（白色）25には偏光はなく進行方向の直角方向251のすべてに対し均一である。これが偏光子4を通過すると、各波長の光（例えば青261、緑262、赤263）も直線偏光261、262、263、となり、その偏光方向は方向18と同じ方向となる。そして直線偏光26が表示セル3を通るとき、表示セル3には複屈折性があるため直線偏光261、262、263はいずれも楕円偏光271、272、273に変わり、楕円偏光の状態は波長（色）によって異なる。従って楕円偏光27がこのまま検光子1を通るとすれば波長（色）によって透過光量に差が生じ、透過光29は色付いて見えることになる。このような着色の発生をなくするために、楕円偏光27を補償セル2に通過させることにより、各波長につき元の直線偏光281、282、283に戻すことができる。検光子1の偏光方向19が直線偏光28の偏光方向281、282、283と互いに直交していれば光はほとんど通ら

材料のコストは高い。上記従来の電気光学素子においては、補償セルの液晶を表示セルの液晶と同一のものを用いるので、材料コストの高騰になるばかりではなく、補償セルと表示セルの各層厚dを等しくするための製造工程が不可欠となる欠点を有している。

本発明は上記従来の欠点を解消し、補償セルの液晶材料の選択の範囲を拡大し、さらにセルギャップ調整に係わる工程が簡素化でき、かつ、着色のない白黒表示が可能な電気光学素子を提供することを目的とする。

#### ロ、発明の構成

##### （問題点を解決するための手段）

本発明は液晶層と該液晶層の少なくとも一部に電圧を印加する手段とを有する液晶セルと、少なくとも一層の光学的異方体とを備え、該液晶セルと該光学的異方体の屈折率分散 $\alpha$ 、屈折率異方性 $\Delta n$ 、層厚dの少なくとも一つが異なることを特徴とする電気光学素子である。

液晶材料の屈折率異方性 $\Delta n$ は一般に波長 $\lambda$

ず、つまり黒色表示が得られることになる。

以上は表示セル3に電圧を印加しない場合であり、表示セル3に電圧を印加した場合は、白色表示が得られる。

##### （発明が解決しようとする問題点）

上記従来の電気光学素子においては、着色のない完全な白黒表示を得るためには、補償セルは表示セルと同じ液晶材料、同じ層厚（セルギャップ）、同じねじれ角（ねじれ配向角が同一でかつねじれ方向が逆向き）である液晶でなければならない。厳密にいうならば液晶材料の屈折率異方性 $\Delta n$ と層厚dの積である複屈折の光路長 $\Delta n \cdot d$ を同一にするために、同一の液晶材料である場合（ $\Delta n$ が等しい）は、層厚dが同一でなければならない。

一方表示セルに使用される液晶は、良好な応答スピード性能や良好な温度特性の要求から高価な添加剤等の添加によって液晶材料を調整する必要があり、このため材料費の高騰、製造工程の複雑化、製造時間の増大等をまねき、表示セルの液晶

（nm）に対し依存性があり、その特性は一般的には波長 $\lambda$ に対して負の傾向を有する。波長 $\lambda = 450 \text{ nm}$ 及び $\lambda = 590 \text{ nm}$ におけるそれぞれの屈折率異方性（以下「 $\Delta n(450)$ 」、「 $\Delta n(590)$ 」と表す。）の比を屈折率分散 $\alpha$

$$\alpha = \frac{\Delta n(450)}{\Delta n(590)}$$

と定義する。 $\alpha$ は液晶材料が全く同一ならば同一であるが、異なった液晶材料でも同一となることはある。

本発明の電気光学素子としては、従来より周知の液晶表示装置の他に光学シャッター等にも適用可能である。また、用いられている液晶組成物は周知の配向処理により、ねじれ配向されるものばかりではなく基板と平行に配向（ねじれていない）するものでも適用できるので以下に述べる実施例に限定されるものではない。さらに、ねじれ配向させる場合には、そのねじれ角に制限があるわけではないが、コントラストや表示特性また望

造する上から  $90^\circ \sim 360^\circ$  が望ましい範囲である。しかし、 $90^\circ$  未満や  $360^\circ$  を超えるねじれ配向であっても本発明は適用できるものである。(以上のことは補償セルと表示セルの両方に適用できる。)

次に、光学的異方体の配置に関しては、第1図ではBセルの上方に配置したが、Bセルの下方に配置してもよいし、Bセルの上方及び下方に配置してもよい、さらに光学的異方体を積層しても同様の効果が得られる。

また、第1図では透過型の電気光学素子を示しているが、例えば下側偏光板4の下方に従来より周知の反射板を設けて反射型の電気光学素子とすることもできる。

が形成されていてもよいが本実施例では形成しなかった。Aセル2の液晶5は、フェニルシクロヘキサン系又はビフェニル系の液晶組成物にBDH社製C B-15が適量添加され、右ねじれ(Aセル2からBセル3に向かっての回転を示す。以下同じ)のらせん構造になっている。液晶5はスメクチック型あるいはコレステリック型の液晶でもよいが本実施例においてはネマチック型である。なお、本実施例ではネマチック型液晶組成物に光学活性剤又はコレステリック型液晶等が添加混合されたものを総称してネマチック液晶と呼ぶことにする。本発明においては、このネマチック液晶のみならず、複数のネマチック液晶の混合されたものやネマチック液晶に他の物質を添加したものでもよい。Bセル3の液晶6はフェニルシクロヘキサン系の液晶組成物にメルク社製の光学活性剤S-811が適量添加され、左ねじれのらせん構造になっている。偏光板1、4は三立電気社製SLC-811-18を使用し、偏光軸(吸収軸)は、それぞれ隣接する基板7、12のラビング方向

(実施例)

第1図は、本発明の電気光学素子の一実施例の構造を示した断面図である。1は上側偏光板、2は光学的異方体としての液晶セル(以下「Aセル」という。)、3は表示を行う液晶セル(以下「Bセル」という。)、4は下側偏光板、5はAセルの液晶、6はBセルの液晶、7、8はそれぞれAセル2の上基板と下基板、9は配向膜、10はスペーサー、11、12はそれぞれBセル3の上基板と下基板、13は透明電極である。配向膜9はAセル2とBセル3のそれぞれの上基板7、11とそれぞれの下基板8、12の対向する面上に形成され、それぞれラビング処理(配向処理)されている。Aセル2とBセル3のそれぞれの層厚(セルギャップ)はスペーサー10によって一定の間隔にされ、スペーサー10は上基板7、11と下基板8、12に接着している。透明電極13はBセル3の上基板11と下基板12の対向する面上に形成され、Bセル3の配向膜9は透明電極13上に形成されている。Aセル2に透明電極

(配向膜9のラビング方向)と $45^\circ$ の角度を有する。なお、この $45^\circ$ の配置の仕方、即ち基板のラビング方向を基準として右側か左側かは、本実施例の電気光学素子をネガ状態で実験しているので、常にネガ状態になる側に選択して配置した。Aセル2の下基板8におけるラビング方向とBセル3の上基板11におけるラビング方向とは直交している。ただし、この下基板8におけるラビング方向と上基板11におけるラビング方向とのなす角度は $70^\circ \sim 110^\circ$ の範囲が望ましく最も望ましいのは $90^\circ$ (直交)である。従って、本実施例では $90^\circ$ で行った。

第2図は本発明の電気光学素子の各軸の関係を示した図である。14はBセルの下基板のラビング方向、15はBセルの上基板のラビング方向、16はAセルの下基板のラビング方向、17はAセルの上基板のラビング方向、18は下側偏光板の偏光軸の方向、19は上側偏光板の偏光軸の方向、20は上側偏光板の偏光軸の方向とAセルの上基板のラビング方向とのなす角度、21はAセ

ルの液晶のねじれ角の大きさ、22はAセルの下基板のラビング方向とBセルの上基板のラビング方向とのなす角度、23はBセルの液晶のねじれ角の大きさ、24はBセルの下基板のラビング方向と下側偏光板の偏光軸とのなす角度を示す。

電気光学素子としての電界効果型液晶はネガタイプ（電圧無印加状態で光が透過せず黒色、電圧印加状態で光が透過して白色の表示をするものすなわち表示文字が白、背景が黒）と逆の関係のポジタイプがあり、本発明はいずれかのタイプのものに限定されないが本実施例においてはネガタイプのものである。

(1) Bセルは、液晶のねじれ角が左ねじれの $240^\circ$ 、 $\alpha=1.10$ 、 $\Delta n(590)d=0.9\mu$ のものを用い、Aセルは液晶のねじれ角が右ねじれの角 $240^\circ$ の液晶である。 $\Delta n(590)d$ は、波長 $\lambda=590\text{nm}$ における屈折率異方性 $\Delta n(590)$ と層厚 $d$ との積である光路長を表す。第4図はAセルの $\alpha$ と $\Delta n(590)d$ の視感透過率 $T$ に対する関係を示した図である。 $\alpha$ は

れ)の場合、AセルとBセルの $\alpha$ を同じ値にする(この場合AセルとBセルの光路長は $\Delta n(590)d=0.90\mu$ で同じ)最も良好な電気光学素子が得られることを示す。

第6図及び第7図はそれぞれ上記(i)、(ii)の各状態の電気光学素子についての光透過率のスペクトラムを示したものである。波長(横軸)に対する透過率(縦軸)の変化が平坦かつ低い値であるほど着色のない良好な黒色表示となる。Aセルが(ii)の場合(第7図)、すなわち $T_{min}$ の値が最も小さい場合が最も良好な電気光学素子であることを裏づけている。本実施例において最も良好な電気光学素子となるAセルとBセルの各液晶の特性をまとめると表1のとおりになる。(以下表において $\Delta n(\quad)d$ は $\Delta n(590)d$ を意味する。)

主成分若しくは主成分以外の組成を変化させ又は添加物等の添加によって適宜調整した。視感透過率 $T$ は光がBセル及びAセルを透過する時の透過率を測定し、各波長における透過率に視感度補正をしたものである。この値が小さいほど黒色の良好な状態すなわちAセルによって着色の補正が良好に行われたことを示す。例えば $\alpha=1.16$ の液晶のAセルは $\Delta n(590)d=0.89\mu$ において視感透過率 $T$ は最少になりその値 $T=0.14\%$ となる。視感透過率 $T$ が最少(その時の値を $T_{min}$ とする)となる点は、

$\alpha$	$\Delta n(590)d(\mu)$	$T_{min}(\%)$
(i) 1.04	0.91	0.15
(ii) 1.10	0.90	0.03
(iii) 1.16	0.89	0.14

である。第5図は $\alpha$ に対する $T_{min}$ の関係を示した図であり、 $\alpha=1.10$ の場合が $T_{min}$ が最少となり最も良好な状態であることがわかる。本実施例は、AセルとBセルの液晶ねじれ角の大きさが同じで、方向が異なる(右ねじれと左ねじ

表1

	ねじれ角	$\alpha$	$\Delta n(\quad)d$	$T_{min}$
Aセル	$240^\circ$ 右	1.10	$0.9\mu$	0.03
Bセル	$240^\circ$ 左	1.10	$0.9\mu$	

(2) 第8図は、Bセルは前記(1)と同じものとし、Aセルはねじれ角 $160^\circ$ (右)の液晶を用いた場合のAセルの $\alpha$ 、 $\Delta n(590)d$ と $T$ との関係を示した図である。 $T$ が最少となる点は

$\alpha$	$\Delta n(590)d(\mu)$	$T_{min}(\%)$
(i) 1.04	0.75	0.39
(ii) 1.10	0.74	0.12
(iii) 1.16	0.73	0.06

である。第9図は $\alpha$ に対する $T_{min}$ の関係を示した図である。第10図、第11図は上記(i)(ii)(iii)の各スペクトラムを表したものである。

り、 $T_{min}$ の値が最も小さい(iii)の状態が最も良好な電気光学素子であることがわかる。前記(1)と同様に最も良好な電気光学素子なるAセルとBセルの各液晶の特性をまとめると表2のとおりになる。

表 2

	ねじれ角	$\alpha$	$\Delta n ( ) d$	$T_{min}$
A セル	160° 右	1.16	0.73	0.06
B セル	(1) と同じ			

(3) 第12図は前記(2)の実施例につき、 $\Delta n(590)d$ がさらに高い範囲の電気光学素子の例につき、Aセルの $\alpha$ 、 $\Delta n(590)d$ とTとの関係を示したものである。Tが最少となる点を例示すれば、

$\alpha$	$\Delta n(590)d$	$T_{min}$
1.08	0.73	1.04
1.12	0.72	0.78
1.18	0.71	0.52

であった。第14図は $\alpha$ に対する $T_{min}$ の関係を示す。最も良好な電気光学素子が得られる場合は表4のとおりである。

表 4

	ねじれ角	$\alpha$	$\Delta n ( ) d$	$T_{min}$
A セル	300 ° 右	1.18	0.71	0.52
B セル	(1) と同じ			

(5) 前記(4)の実施例につき $\Delta n(590)d$ がさらに高い範囲についての電気光学素子の例を示す。 $T_{min}$ が得られる点は

$\alpha$	$\Delta n(590)d$	$T_{min}$
1.02	1.07	0.20
1.08	1.06	0.56
1.12	1.05	1.02

である。第13図は $\alpha$ に対する $T_{min}$ の関係を示したものである。最も良好な電気光学素子が得られる場合を示すと、表3のとおりである。

表 3

	ねじれ角	$\alpha$	$\Delta n(\ )d$	Twin
A セル	実施例(2) と同じ	1.02	1.07	0.20
B セル	(1) と同じ			

(4) 前記(1)乃至(3)と同様の方法により、ねじれ角300°(右)のAセルについて最も良好な電子光学素子を得た結果を示す。 $T_{min}$ が得られる点は

$\alpha$	$\Delta n(590)d$	$T_{min}$
1.02	1.12	0.05
1.04	1.11	0.04
1.10	1.10	0.24

であった。第15図は $\alpha$ に対する $T_{min}$ の関係を示す。最も良好な電気光学素子が得られる場合は表5のとおりである。

表 5

	ねじれ角	$\alpha$	$\Delta n ( ) d$	Twin
A セル	実施例(4) と同じ	1.04	1.11	0.04
B セル	(1) と同じ			

(6) Bセルは液晶のねじれ角が左ねじれの270°、 $\alpha=1.20$ 、 $\Delta n(590)d=0.8\mu$ 、Aセルは液晶のねじれ角が右ねじれの140°とし、Aセルの $\alpha$ 、 $\Delta n(590)d$ とTと

の関係を測定した結果、 $T$  が最少となる点は

$\alpha$	$\Delta n(590)d$	$T_{min}$
1.08	0.78	0.36
1.14	0.77	0.30
1.18	0.76	0.38

であった。第16図は $\alpha$ に対する $T_{min}$ の関係を示す。最も良好な電気光学素子が得られる場合は表6のとおりである。

表 6

	ねじれ角	$\alpha$	$\Delta n(\ )d$	$T_{min}$
Aセル	140° 右	1.14	0.77	0.30
Bセル	270° 左	1.20	0.80	

(7) 第17図は、(1)乃至(5)の実施例で用いられたBセルに対し、Aセルのねじれ角を変化させ、(1)乃至(5)と同様に最も良好な電子光学素子を得た場合のAセルのねじれ角、 $\alpha$ 、

白黒として要求されるレベル（例えば黒き加減といったもの）により電気光学素子の用途や使用者側の基準により許容範囲が広がったりするので変動する。

(9) 第19図は、本発明の他の実施例として反射型の電気光学素子の構造を示した断面図である。1乃至13は第1図と同じであり、30は反射板である。本実施例においては、上側偏光板1から入射し下側偏光板4を通過した光は反射板30によって反射され上側偏光板1から出射される。反射板30につき、偏光機能を有する反射板を用いると、反射板が偏光機能と反射機能を兼ね備えているので下側偏光板4は不要となり、より簡素化された構造の電気光学素子となる。

#### ハ. 発明の効果

本発明は前記の構成であるから、前記従来技術の問題点が解消され、かつ電気光学素子の外觀が電圧無印加状態に黒に近い色、電圧印加状態で白に近い色となり、コントラストの良い白黒表示が可能な電気光学素子が得られた。

$\Delta n(590)d$  の関係をプロットした図である。各点に記載された数値は最適な $\alpha$ の値である。A、B各点はそれぞれ前記(1)、(2)の各実施例のものである。

(8) 第18図は(6)の実施例で用いられたBセルに対し、Aセルのねじれ角を変化させ、最も良好な電子光学素子を得た場合のAセルのねじれ角、 $\alpha$ 、 $\Delta n(590)d$  の関係をプロットした図である。

第17図、第18図によれば、Aセルのねじれ角（但し回転方向は反対）、 $\alpha$ 、 $\Delta n(590)d$  がすべてBセルと相等しい場合最適な電気光学素子となるが（第17図A点、第18図C点）、Aセルのねじれ角がBセルと異なっている場合 $\alpha$ と $\Delta n(590)d$  を適宜選択すれば最適な電子光学素子が得られることを示す。

また、第17図、第18図の各点以外の領域に関しては、白黒表示が得られないというのではなく、各点を中心として、ある範囲において実用上支障のない条件として存在する。その範囲は、

#### 4. 図面の簡単な説明

第1図は本発明の電気光学素子を説明した断面図、第2図は本発明の電気光学素子の各軸の関係を示した図、第3図は従来技術の原理を簡単に説明した図、第4図、第8図、第12図は本発明の実施例につき、 $\alpha$ 、 $\Delta n(590)d$  と $T$ との関係を示した図、第5図、第9図、第13図、乃至第16図は本発明の実施例につき $\alpha$ と $T_{min}$ との関係を示した図、第6図、第10図はスペクトラムの比較図、第7図、第11図は本発明の実施例のスペクトラム図、第17図、第18図はいずれも、Aセルのねじれ角を変えたときの最適な電子光学素子となる $\alpha$ 、 $\Delta n(590)d$  の関係をプロットした図、第19図は反射型の電気光学素子を説明した断面図である。

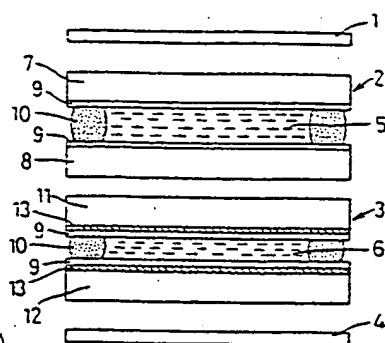
特許出願人 セイコーエプソン株式会社

代理人 弁理士 菅 直人（他1名）

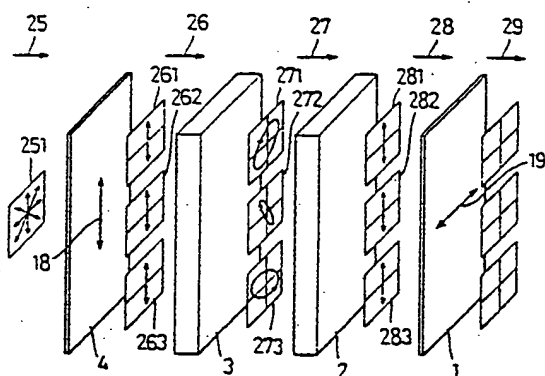




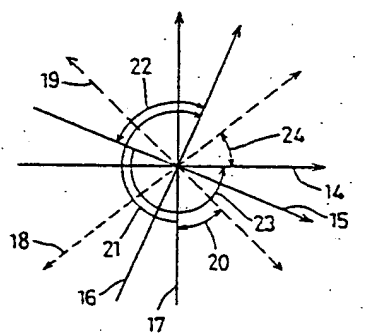
第 1 図



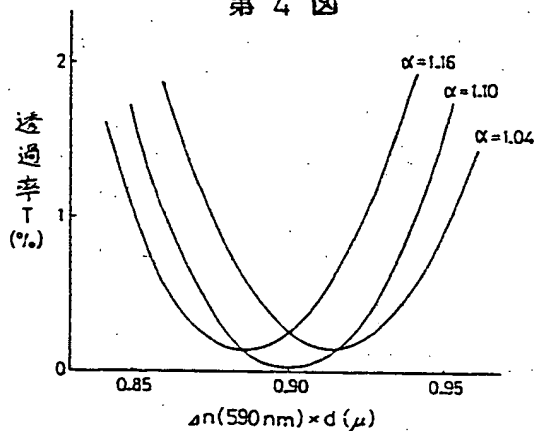
第 3 図



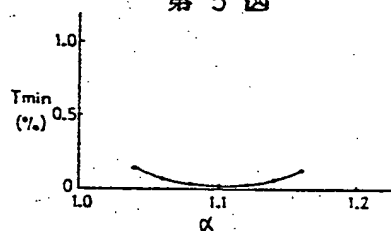
第 2 図



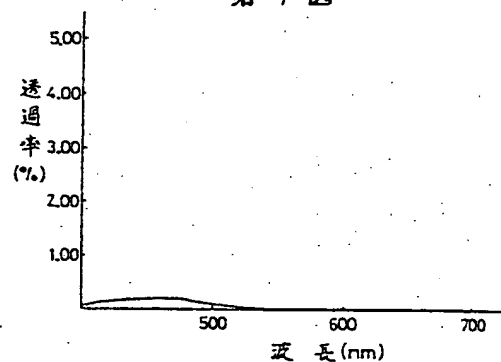
第 4 図



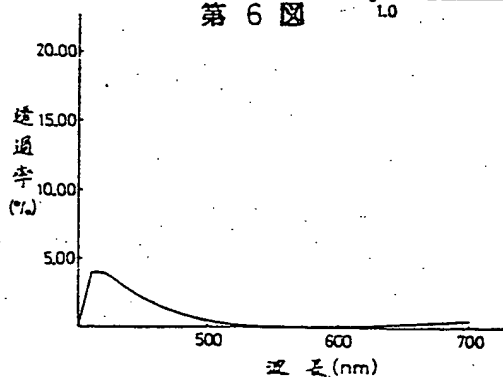
第 5 図



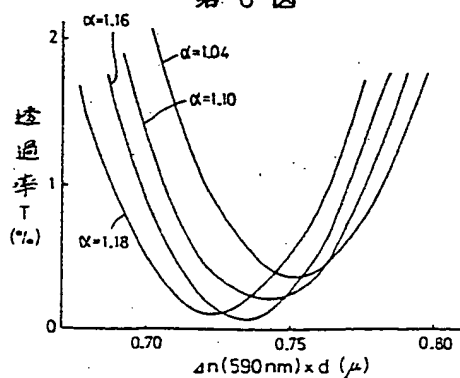
第 7 図



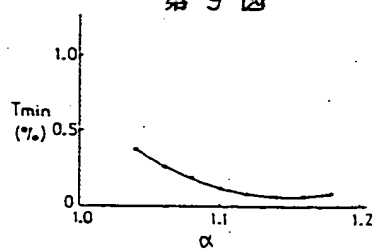
第 6 図



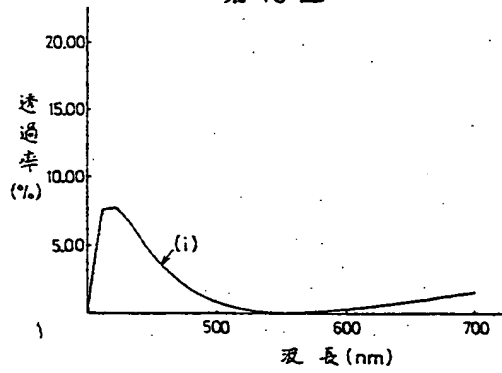
第 8 図



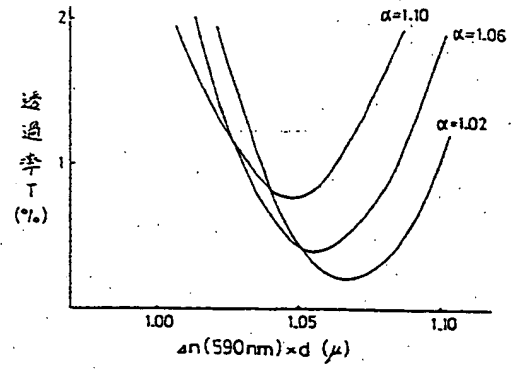
第 9 図



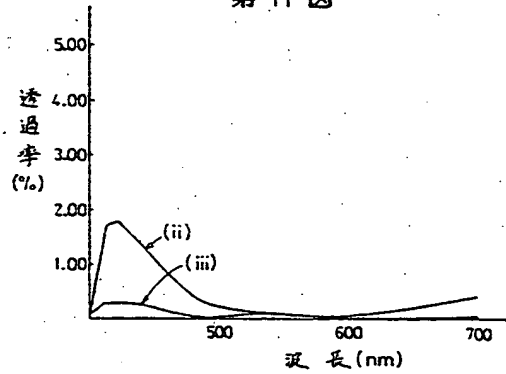
第10図



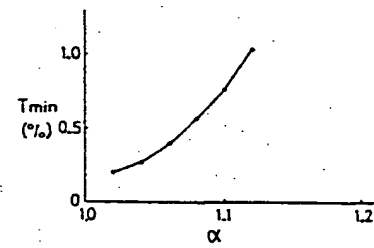
第12図



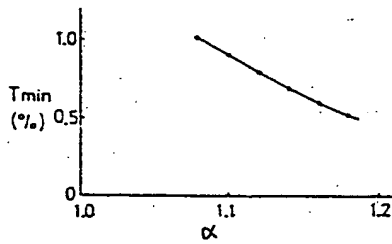
第11図



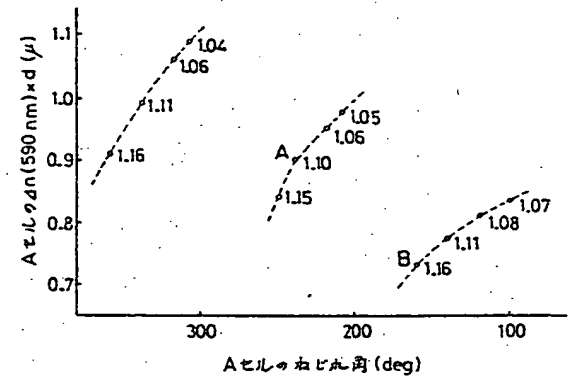
第13図



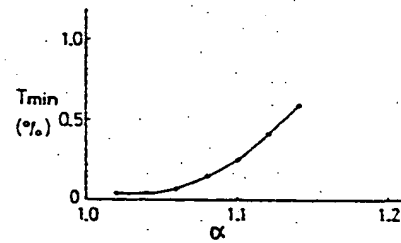
第14図



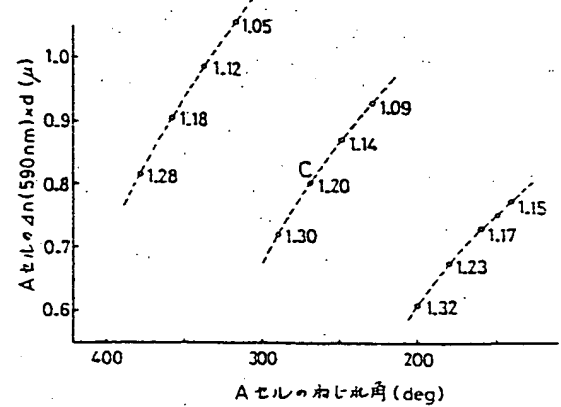
第17図



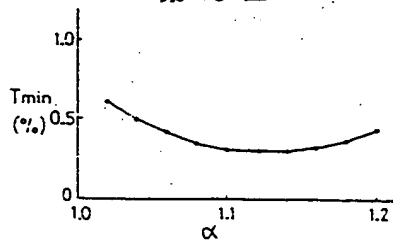
第15図



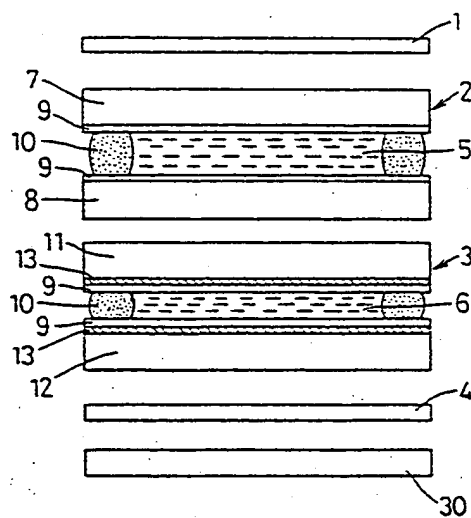
第18図



第16図



第 19 図



**THIS PAGE BLANK (USPTO)**